

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ ИЗ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРУБЧАТОГО ЭЛЕКТРОДИАЛИЗАТОРА

А. П. ВЕРГУН, И. А. ТИХОМИРОВ, В. Т. ДОРОНИН

(Представлена научным семинаром физико-технического факультета)

При проведении некоторых электрохимических процессов широкое распространение начинают приобретать ионнообменные мембраны. Они представляют собой иониты в форме листов или пластин. Ионнообменные мембраны, благодаря наличию в структуре электрически заряженных групп, обладают электрохимической активностью. Это свойство мембран состоит в том, что, не оказывая большого сопротивления электрическому току, они существенно изменяют числа переноса ионов. Так, катионитовая мембрана проницаема преимущественно для катионов, а анионитовая для анионов.

Указанное свойство ионитовых мембран позволяет успешно использовать их для опреснения воды [1], для очистки сбросных вод [2], для удаления избыточной кислотности или щелочности из различных растворов [3], для разделения близких по свойствам элементов [4] и т. д.

В настоящей работе описывается процесс извлечения катионов Na^+ , K^+ из растворов, имитирующих сбросные воды, методом электролиза с ионитовыми мембранами. Предварительно изучалось электропроводность ионитовых мембран в растворах указанного типа. Состав раствора следующий: $6 \cdot 10^{-4}$ г/л Na^+ , $4 \cdot 10^{-1}$ г/л K^+ .

Для определения удельной электропроводности мембран мы использовали 2 метода:

1. Определение удельной электропроводности по разности электросопротивлений ячейки с электролитом, разделенной мембраной, и ячейки без мембраны.

2. Непосредственное определение электросопротивления влажных набухших образцов мембран.

Измерения проводились с помощью моста переменного тока, представленного на рис. 1. Цифрами 1, 2, 3, 4 на рисунке обозначены соответственно: измерительная ячейка, осциллограф, магазин сопротивлений и магазин емкостей. В качестве нуль-прибора использовался электронный осциллограф ЭО-7. Подбором величины сопротивления R и емкости C добивались минимального значения амплитуды синусоиды на экране осциллографа.

В качестве измерительной ячейки при определении электропроводности мембран по первому методу использовалась ячейка проточного типа с электродами из платинированной платины. При измерениях по второму методу полоска мембраны с помощью пружины зажималась между электродами из платины и замерялось ее электросопротивление. При этом вначале измерялось сопротивление одной мембраны. Затем оце-

нивалось электросопротивление 2 одинаковых образцов мембран одного и того же типа. Электросопротивление мембраны находилось как разность сопротивлений двойной и одинарной мембран. Если сопротивление одинарной мембраны зависит от частоты переменного тока измерительной схемы (уменьшается с увеличением частоты), то электросопротивление, найденное как разность сопротивлений двойной и одинарной мембран, не зависит от частоты переменного тока измерительной схемы [5].

Зная сопротивление образца мембраны R , полученное на измерительной схеме, удельную электропроводность можно определить по формуле:

$$\kappa = \frac{RS}{l},$$

где S — площадь мембраны,
 l — толщина мембраны.

Результаты измерений электропроводности мембран приведены в табл. 1.

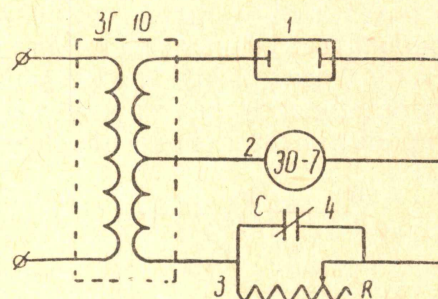


Рис. 1. Измерительная схема для определения электропроводности мембран

Электропроводность мембран

Таблица 1

Тип мембраны	МК-40	МА-40	Окисленная ткань	Целлофан
$\kappa \cdot 10^3$ $\text{ом}^{-1} \text{см}^{-1}$	4,27	4,86	50	2,86

Из таблицы видно, что наибольшей электропроводностью обладает мембрана из окисленной ткани. Такого типа катионитовая мембрана получается нами путем окисления целлюлозных материалов окислами азота. Однако указанная мембрана неудовлетворительно стоит в щелочной среде. С точки зрения химической устойчивости при длительной работе, высокой селективности в качестве мембраны для электродиализатора была выбрана катионитовая мембрана типа МК-40 (указанная мембрана изготавливается в НИИ пластмасс на основе катионита КУ-2).

В отличие от обычных электродиализных установок фильтр-прессного типа, представляющих собой пакет из чередующихся между собой ионитовых листовых мембран и прокладочного материала, нами был сконструирован и выполнен трубчатый электродиализатор с ионообменными мембранами. Конструкция электродиализатора приведена на рис. 2.

Корпусом электродиализатора 1 служит труба диаметром 80 мм и длиной 300 мм из нержавеющей стали. Корпус электродиализатора выполняет также роль внешнего катода. Внутри корпуса равномерно размещены 4 анодные камеры 2, выполненные нами в виде трубок диаметром 20 мм из листовых катионитовых мембран типа МК-40. В центре каждой трубки находится анод 3 в виде металлического стержня. Катодная камера образуется между мембранными трубками и корпусом электродиализатора. Для более равномерного распределения электрического поля по электродиализатору в центре аппарата помещался второй, внутренний катод 4. Внутренний катод находился под тем же потенциалом, что и внешний.

Из четырех анодных камер содержащиеся в исходном растворе (диализате) ионы натрия и калия под действием электрического поля переходили в катодную камеру, где и осуществлялось их концентрирование. В качестве рассола в катодную камеру электродиализатора подавались в наших опытах как дистиллированная вода, так и исходный раствор. Путем изменения расхода, а также циркуляцией диализата и рассола соответственно через анодные и катодную камеры можно регулировать степень извлечения ионов.

В процессе проведения экспериментов на трубчатом электродиализаторе через определенные промежутки времени из анолита и католита брались пробы, которые подвергались анализу на спектрофотометре, скон-

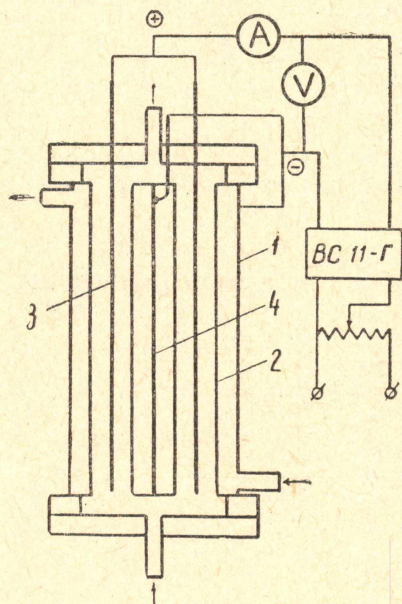


Рис. 2. Схема трубчатого электродиализатора

струированном на основе монохроматора УМ-2. Ошибка единичных измерений составляла при этом около 10%. Результаты анализа представлены в табл. 2. Через 1,5 часа работы электродиализатора средняя степень извлечения ионов составила 84%. Условия опыта следующие: расход раствора — 2,4 л/час. Расход воды в катодной камере — 0,6 л/час. Величина тока в электродиализаторе поддерживалась равной 75 ма. Расход электроэнергии на 1 л обессоленного до указанной степени раствора составил 0,74 ватт·час/л. При использовании в качестве рассола исходного раствора расход электроэнергии несколько повышается и составляет 0,9 ватт·час/л.

С учетом специфики конструкции трубчатого электродиализатора коэффициент использования мембранной площади составляет в нем около 90%. В аппаратах же фильтр-прессного типа он не превышает 70% [1].

Кроме указанного применения, трубчатый электродиализатор может быть использован также для решения других задач, например, для извлечения ионов железа из травильных стоков, получения кислот, оснований и т. д.

Таблица 2

Изменение концентрации ионов K^+ , Na^+ в анодных камерах в зависимости от времени электродиализа

Время электродиализа, мин.	10	30	50	70	90
Концентрация K^+ , г/л	0,19	0,11	0,06	0,05	0,05
Концентрация Na^+ , г/л	0,40	0,24	0,15	0,13	0,11

Трубчатые мембраны могут быть изготовлены на основе анионитовой мембраны. В этом случае трубчатый электродиализатор может применяться также для удаления избыточной кислотности из растворов.

Выводы

1. Разработана конструкция трубчатого электродиализатора с ионитовыми мембранами.
2. На трубчатом электродиализаторе расход электроэнергии при извлечении ионов Na^+ и K^+ из раствора составил $0,74 \text{ вт} \cdot \text{час/л}$ (степень извлечения 84%).
3. Полезная площадь мембран в электродиализаторе составляет около 90%, в то время как в аппаратах фильтр-прессного типа она не превышает 70%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Р. Уилсон. Деминерализация методом электродиализа. М., Госатомиздат, 1963.
 2. А. С. Шубин, В. М. Новаковский, Л. М. Смирнова. Сб. Ионообменные сорбенты в промышленности. М., Изд. АН СССР, 1963.
 3. Б. Н. Ласкорин и др. Ионообменные мембраны и их применение. М., Госатомиздат, 1961.
 4. Е. А. Мейсон, Е. Д. Парси. Доклады на Женевской конференции по использованию атомной энергии в мирных целях. Т. 1, Атомиздат, с. 457—460, 1959.
 5. Н. И. Исаев, В. А. Шапошник. Заводская лаборатория, XXXI, 10, 1965.
-